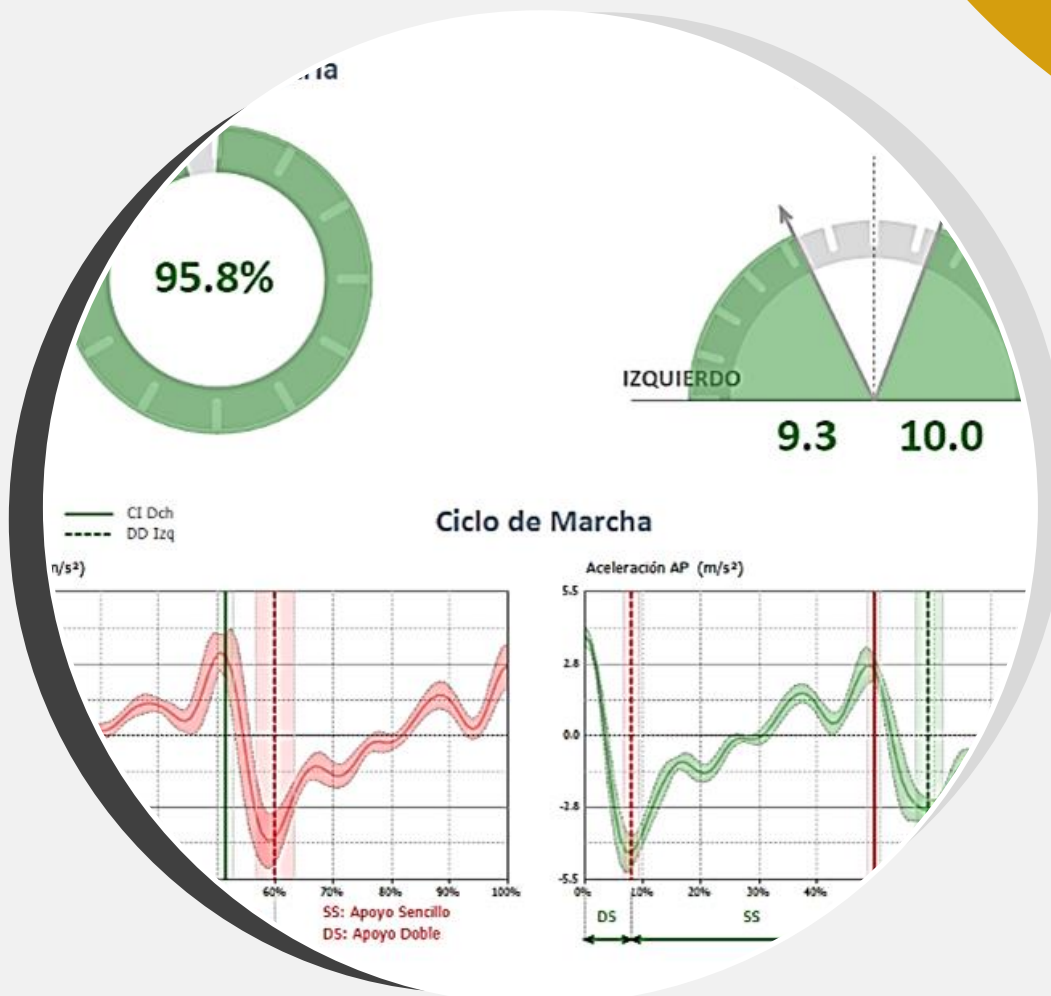


Guías de Práctica de Laboratorio: Pruebas de valoración funcional y biomecánica. 2da Edición.



Dr. Raide Alfonso González Carbonell

Dr. Igor Salinas Sánchez

Guías de Práctica de Laboratorio: Pruebas de valoración funcional y biomecánica. 2da Edición.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional por la Universidad Nacional Autónoma de México, 2022.



Diseño de portada: Ana Karen Valadez Rodríguez.

Agradecimientos:

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME. Las primeras cinco guías de actividad práctica se obtuvieron mediante el proyecto con código PE100121. En la segunda edición fueron actualizadas y se incorporaron otras cinco guías con el apoyo del proyecto PE101022.

Los autores quieren agradecer el apoyo de las instituciones en la realización de este trabajo:

- Laboratorio de Biomecánica del Instituto de Neurobiología, Campus Juriquilla, UNAM.
- Centro de Rehabilitación Integral Querétaro.
- Centro para Rehabilitación Integral de Minusválidos del Aparato Locomotor. I.A.P.
- Fisiomechanics.
- A los alumnos de pregrado y postgrado.

A todos, muchas gracias.

Índice

Introducción.	1
Prueba de valoración biomecánica de la marcha con el sensor inercial.	2
Prueba de valoración biomecánica de marcha con el sensor inercial y electromiografía.	4
Prueba de marcha cronometrada con sensor inercial.	7
Prueba cronometrada de levanta y anda con el sensor inercial.	9
Prueba de valoración biomecánica de la movilidad del hombro con el sensor inercial y electromiografía.	11
Prueba de valoración biomecánica de la movilidad de la columna cervical con el sensor inercial y electromiografía.	14
Prueba de valoración biomecánica de flexión relajación con el sensor inercial y electromiografía.....	17
Prueba de valoración biomecánica de postura estática con electromiografía.....	20
Prueba de valoración biomecánica de postura estática con baropodometría.....	23
Prueba de valoración biomecánica de pisada con baropodometría.....	26
Referencias.	29

Introducción.

En las últimas décadas, se ha incrementado el uso de las tecnologías no invasivas de valoración funcional biomecánica para analizar las actividades cotidianas de las personas (Mohammed et al., 2016) y discriminar el rango de normalidad de las variaciones de los movimientos con una mayor precisión en comparación con el método de observación clínica. Las nuevas herramientas están compuestas por sistemas electrónicos y paquetería de procesamiento de las señales capturadas durante los estudios (Ridao-Fernández et al., 2019).

Entre ellas se encuentran:

- Cámaras de vídeo digitales de alta velocidad con anillos de luz infrarroja que rodean las lentes capturan imágenes de alto contraste de los marcadores reflectantes. Laboratorio de Biomecánica.
- Plataformas de fuerzas.
- Electromiografía de contacto de superficie.
- Baropodometría.
- Sensor inercial.

La Licenciatura en Órtesis y Prótesis ofrece, a través de las asignaturas de su plan de estudios, preparación a sus alumnos sobre la valoración funcional biomecánica. El compendio de guías de Prácticas de Laboratorio de este material define las actividades a desarrollar en clases, orientadas al empleo de las técnicas de análisis, para aplicar el conocimiento teórico a situaciones prácticas de la vida profesional de los estudiantes. De este modo se contribuye a la comprensión de los principios de la mecánica de la movilidad normal, para identificar y analizar cuándo las variaciones del movimiento se limitan con lo patológico.

Se ponen a disposición diez actividades prácticas, con tres estudios de casos cada una. Se ofrecen dos actividades para realizar el análisis de la marcha de forma rápida y sencilla. También se incluye una prueba cronometrada de marcha para evaluar la capacidad de resistir el ejercicio. Se ofrece un protocolo funcional para analizar el riesgo de caídas, como es el caso de la prueba cronometra de levanta y anda (Timed Up and Go) y otro protocolo que permite analizar la estabilometría de las personas. Para analizar el control postural se ofrece una prueba de postura estática. Para valorar la movilidad del cuello, espalda baja y hombro se ofrecen un protocolo para cada caso.

Prueba de valoración biomecánica de la marcha con el sensor inercial.

La marcha humana es un modo de locomoción en posición bípeda que origina una secuencia de movimientos coordinados y alternantes de los miembros inferiores y superiores logrando un equilibrio dinámico con desplazamiento del centro de gravedad con una gran eficiencia biomecánica. Un individuo sano puede trasladarse largas distancias con un gasto mínimo de energía (Di Gregorio & Vocenas, 2021). Las actividades musculoesqueléticas durante la marcha ocurren simultáneamente a diferentes niveles articulares y en diferentes planos y ejes, esto a su vez ocasiona un continuo movimiento de balanceo, Rotación y basculación del centro de gravedad. Dicho proceso se determina en dos Fases: Fase de Apoyo y Fase de Balanceo (Han et al., 2019; Ridaio-Fernández et al., 2019)

El protocolo de marcha (Walk+) con el sensor inercial permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo de la marcha. Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo de las habilidades motoras y los resultados de la terapia seleccionada. Es posible comparar varias pruebas realizadas en el mismo paciente en diferentes momentos (previa y posterior al tratamiento) para establecer la efectividad de la rehabilitación.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la marcha provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial.

Caso 1:

Se trata de paciente masculino de 35 años, el cual se presenta a la valoración tras una lesión de tobillo que causa dolor y molestia al caminar. Durante la exploración física se observa asimetría postural, con movimiento asimétricos durante la marcha y claudicación de importancia

Caso 2:

Se trata de paciente femenino de 4 años con Dx de Parálisis Cerebral Infantil PCI, el cual es enviado por el servicio de pediatría para seguimiento de aplicación de tratamiento a través de valoración con laboratorio de movimiento.

Caso 3:

Se trata de masculino de 30 años, el cual se presenta a valoración funcional enviado del área de ortopedia tras retiro de yeso post fractura de fémur con evolución de 6 semanas, se pide evaluar la simetría del movimiento durante la marcha con apoyo de bastón.

Si usted fuera a evaluar la marcha, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de marcha?
- ¿Cuáles son las fases que se divide la marcha para su estudio?
- ¿Cuál es el porcentaje de duración de las fases de la marcha?
- ¿Cuál es el comportamiento esperado de la aceleración del baricentro en cada fase de marcha para un participante sano y para el paciente del caso asignado?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la marcha?
- En la prueba de marcha con el sensor inercial, ¿cuáles son las variables espacio temporales que se podrán analizar?

Instrumentos.

- Cinta métrica de 10 m.
- Conos de tránsito de 16 pulgadas.
- Cinta adhesiva reflejante.
- Laptop con el sistema G-Studio.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar el sensor en el paciente.
7. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
8. Iniciar el proceso de captura en el programa.
9. Informe de resultados.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología enunciada en la introducción, así como las posibles causas. Incluya los gráficos del reporte de la prueba y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de marcha con el sensor inercial y electromiografía.

La marcha se divide en las fases de apoyo y balanceo, dichos eventos se dan de manera simultánea durante el ciclo de la marcha normal de un individuo. El apoyo representa la etapa en la que existe una transferencia del peso del sujeto hacia el suelo, cuando uno de los pies se encuentra en contacto con el suelo. Mientras en uno de los pies se está desarrollando la fase de apoyo, en el otro se lleva a cabo la fase de balanceo. Para su mejor entendimiento, las dos fases se segmentan en cinco subfases para el apoyo y tres para el balanceo (Aqueveque et al., 2020; Han et al., 2019).

El protocolo de marcha (Walk Fixed Setup 2LF+2RT) con el sensor inercial y electromiografía permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo de la marcha. Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo de las habilidades motoras y los resultados de la terapia seleccionada. Es posible verificar si el paciente tiene una buena coordinación y simetría del movimiento o en cambio sí, debido a trastornos neurológicos u ortopédicos, la marcha está comprometida y alterada en algunas de sus fases. Permite comparar varias pruebas realizadas en el mismo paciente en diferentes momentos (previa y posterior al tratamiento) para establecer la efectividad de la rehabilitación.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la marcha provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial y electromiografía.

Caso 1:

Paciente que presenta alteraciones durante la marcha. Durante la exploración física se observa claudicación con dificultad a la dorsiflexión, presencia de pie caído y marcha en estepage.

Caso 2:

Se trata de paciente masculino de 9 años con Dx de PCI, el cual es enviado por el servicio de Neurología para evaluar el balance y eficiencia de la marcha post rizotomía bilateral y tratamiento fisioterapéutico (10 sesiones).

Caso 3:

Se trata de paciente masculino de 15 años el cual se presenta con proceso post movilización por esguince grado 2 de extremidad pélvica derecha. Se solicita valoración de la marcha y activación muscular para implemento de tratamiento fisioterapéutico.

Si usted fuera a evaluar la marcha, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de marcha?
- ¿Cuál es la fase de marcha que se describe en el párrafo en el que el paciente no puede realizar la flexión dorsal del pie?
- ¿Cuáles son los músculos que participan en cada una de las fases?
- ¿Cuál es el músculo responsable de realizar la flexión dorsal del pie?
- ¿Cuál es el comportamiento esperado de la aceleración del baricentro en cada fase de marcha?
- ¿Cuáles son las variables espaciales que se determinan durante la prueba de marcha?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la marcha?
- En la prueba de marcha con el sensor inercial y electromiografía, ¿Cuáles son las variables espacio temporales que se podrán analizar? ¿Qué gráficas se pueden obtener en cuanto a la evaluación de los músculos?
- ¿Qué maniobras sugiere para identificar los músculos tibial anterior y gastrocnemio medial?

Instrumentos:

- Cinta métrica de 10 m.
- Conos de tránsito de 16 pulgadas.
- Cinta adhesiva reflejante.
- Laptop con el sistema EMG-Analyzer.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- 4 canales de sondas electromiográficas.
- Bolsa de electrodos para sondas electromiográficas.
- Torundas o algodón.
- Alcohol grado medicinal.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar los electrodos con las sondas en el paciente.
7. Colocar el sensor inercial en el paciente.
8. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
9. Iniciar el proceso de captura.
10. Generar reporte.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte que ofrece el programa del sistema de medición y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de marcha cronometrada con sensor inercial.

Tras un periodo de tiempo realizando la marcha, las personas con alguna deficiencia motriz o discapacidad e incluso las personas aparentemente sanas pueden mostrar variaciones en los parámetros espacio temporales de la marcha. El protocolo de prueba cronometrada de marcha de seis minutos (6MWT) permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo de la funcionalidad de las personas en cuanto a la capacidad funcional al ejercicio (Agarwala & Salzman, 2020; Mänttari et al., 2018). Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo de las habilidades motoras y los resultados de la terapia seleccionada.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la marcha provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial.

Caso 1:

Se trata de paciente masculino de 40 años con Dx de amputación transtibial post Trauma, el cual es enviado por el servicio de Rehabilitación para valoración de la marcha cronometrada y simetría funcional.

Caso 2:

Paciente masculino de 65 años, con Dx de Parkinson estadio III en la escala H&Y (Scollo et al., 2016), el cual es enviado por el servicio de Geriátrica para valoración de equilibrio y velocidad de la marcha.

Caso 3:

Se trata de paciente masculino de 3 años con Dx de Neuroblastoma en fosa posterior post recesión 90%, con evolución de 6 meses, es enviado al servicio de valoración funcional y biomecánica para seguimiento de rehabilitación de la marcha

Si usted fuera a realizar la prueba, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de TUG?
- ¿Cuáles son los movimientos que debe realizar el paciente durante la prueba de marcha cronometrada que contribuyen a determinar el nivel funcional de independencia?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la movilidad del hombro?
- En la prueba para determinar la funcionalidad del paciente con el sensor inercial, ¿qué datos se pueden obtener como resultado en el reporte del programa?

Instrumentos.

- Cinta métrica de 10 m.
- Conos de tránsito de 16 pulgadas.
- Cinta adhesiva reflejante.
- Laptop con el sistema G-Studio.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar el sensor en la anatomía del paciente.
7. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
8. Iniciar el proceso de captura en el software.
9. Informe de resultados.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte de la prueba y realice el análisis sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la funcionalidad de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba cronometrada de levanta y anda con el sensor inercial.

Varios sistemas sensoriales del cuerpo contribuyen al buen equilibrio. Los receptores de la vista, el sistema vestibular, así como el sistema propioceptivo de las articulaciones brindan una noción sobre cuál es el lugar que ocupa el cuerpo en el espacio. Por su parte el sistema neuromuscular sintetiza esta información para brindar las señales que otorgarán la estabilidad que se necesita para mantener el cuerpo erguido y con el peso distribuido de manera uniforme y la línea del centro de masa debe mantenerse dentro del área de sustentación.

Sin embargo, con el incremento de la edad, patologías que causen alteraciones o daños en las estructuras antes descritas, o tras amputaciones de miembros inferiores, las personas pueden perder la capacidad de mantener el equilibrio, incrementando el riesgo de caídas (Hunter et al., 2017; Sawers & Hafner, 2020; Steinberg et al., 2019).

El protocolo de prueba cronometrada de levanta y anda (Timed Up and Go, TUG) permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo de la estabilidad de las personas y el riesgo de caídas. Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo de las habilidades motoras y los resultados de la terapia seleccionada.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la funcionalidad de pacientes provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial.

Caso 1:

Se trata de paciente masculino con Dx osteosarcoma y amputación trans Femoral, el cual es enviado para valoración de fase de readaptación de la marcha por tratamiento protésico, con énfasis en control de prótesis durante la bipedestación

Caso 2:

Paciente masculino de 73 años con Dx de vértigo crónico, el paciente refiere sentir un mareo de importancia durante la fase de bipedestación e inicio de la marcha, paciente con riesgo de caída medio.

Caso 3:

Se trata de paciente Femenino con Dx de Corea de Huntington, la cual es enviada por el servicio de Neurología para inicio de seguimiento de control de marcha y bipedestación, se prescribe por parte del médico, una valoración Time Up and Go inicial, una posterior a tratamiento (10 sesiones) y seguimiento periodico.

Si usted fuera a realizar la prueba, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de TUG?
- ¿Cuáles son los movimientos que debe realizar el paciente durante la prueba de TUG que contribuyen a determinar el nivel funcional de independencia?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la movilidad del hombro?
- En la prueba para determinar la funcionalidad del paciente con el sensor inercial, ¿qué datos se pueden obtener como resultado en el reporte del programa?

Instrumentos.

- Cinta métrica de 10 m.
- Conos de tránsito de 16 pulgadas.
- Cinta adhesiva reflejante.
- Laptop con el sistema G-Studio.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar el sensor en la anatomía del paciente.
7. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
8. Iniciar el proceso de captura en el software.
9. Informe de resultados.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte de la prueba y realice el análisis sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la funcionalidad de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de la movilidad del hombro con el sensor inercial y electromiografía.

El hombro puede entenderse como la articulación más compleja del cuerpo humano, en gran parte por su configuración de cinco articulaciones que forman la cintura escapular: tres verdaderas (Glenohumeral, Esternoclavicular y Acromioclavicular) y dos falsas (Coracoclavicular y Escapulotorácica) (Soo Hoo, 2019). La Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis (AO) y la Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas (AAOS) han definido que esta configuración de articulaciones permite una amplitud o rango de movimiento (ROM) de 180° para la flexión, 60° de extensión, 180° de abducción, 40° de aducción y hasta 90° de rotación interna y externa (Gill et al., 2020).

Los protocolos de movilidad del hombro (Shoulder Flex 4RT+4LF, Shoulder Abd 4RT+4LF y Shoulder Rot 4RT+4LF) con el sensor inercial y electromiografía permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo del movimiento de flexión, abducción y rotación del hombro, respectivamente. Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo de las habilidades motoras y los resultados de la terapia seleccionada. Es posible verificar si el paciente tiene una buena coordinación y simetría del movimiento o en cambio sí, debido a trastornos neurológicos u ortopédicos, sus movimientos están comprometidos y alterados que no permiten alcanzar el rango de movilidad o los parámetros cinemáticos.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la movilidad del hombro provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial y electromiografía.

Caso 1:

Se trata de paciente femenino de 35 años, la cual sufre caída desde la base de sustentación durante actividad laboral. A la exploración física se observa deficiencia en la movilidad de la extremidad torácica derecha con compromiso de la cintura escapular y predominio en flexo-extensión, paciente refiere un incremento de dolor al intentar levantar objetos por arriba de los hombros.

Caso 2:

Se trata de paciente femenino de dos años, la cual se presenta acompañada por familiar enviada del área de urgencias para estudio de activación muscular para avulsión de plexo braquial post trauma.

Caso 3:

Paciente masculino de 25 años el cual se presenta para valoración tras lesión durante un gesto deportivo. El paciente refiere dedicarse al béisbol y haber sentido durante un lanzamiento de bola, un fuerte tirón en el hombro izquierdo, seguido de dolor agudo, aumento de temperatura local y dificultad para el movimiento.

Si usted fuera a realizar la valoración de la movilidad del hombro, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de movilidad de hombro?
- ¿Cuáles son los movimientos de hombro que contribuyen a determinar el rango de movimiento de la articulación?
- ¿Cuáles son los desplazamientos angulares que puede realizar el hombro?
- ¿Cuáles son los músculos que participan en cada uno de los movimientos del hombro?
- ¿Cuáles son las variables cinemáticas que se determinan durante la prueba de movilidad del hombro?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la movilidad del hombro?
- En la prueba de movilidad del hombro con el sensor inercial y electromiografía, ¿qué gráficas se pueden obtener en cuanto a la evaluación de los músculos?
- ¿Qué maniobras sugiere para identificar los músculos: infraespinoso y deltoides medio y anterior?

Instrumentos:

- Laptop con el sistema EMG-Analyzer.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- 4 canales de sondas electromiográficas.
- Bolsa de electrodos para sondas electromiográficas.
- Torundas o algodón.
- Alcohol grado medicinal.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones del paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar los electrodos con las sondas en el paciente.
7. Colocar el sensor inercial al paciente.
8. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
9. Iniciar el proceso de captura.
10. Generar el reporte.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de una patología que provoque la alteración descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte que ofrece el programa del sistema de medición y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la movilidad del hombro de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de la movilidad de la columna cervical con el sensor inercial y electromiografía.

Los trastornos musculoesqueléticos afectan la funcionalidad de las personas para realizar sus actividades cotidianas. El dolor en la zona cervical es frecuente y se puede presentar combinado con dolor de hombro. Se estima que al menos el 70% de las personas puede presentar de dolor cuello (Hoy et al., 2010). Alguna alteración del reclutamiento muscular puede limitar que se alcancen los rangos de movimiento según la normalidad de acuerdo con la edad.

El protocolo de movilidad de la columna cervical (Cervical Spine Mobility) con el sensor inercial y electromiografía permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo del movimiento de flexión, lateralización y rotación del cuello. Los datos resultantes de la prueba garantizan un análisis objetivo de los gestos motores y los resultados de la terapia seleccionada. Es posible obtener la estrategia motora que adopta el paciente, como es el reclutamiento muscular para verificar si el paciente tiene una buena coordinación y simetría durante el movimiento o en cambio sí, debido a trastornos neurológicos u ortopédicos, sus movimientos están comprometidos y alterados de tal manera que no logre el rango de movilidad o los parámetros cinemáticos (Vásquez-Ucho et al., 2021).

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones en la movilidad del cuello provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial y electromiografía.

Caso 1:

Paciente femenino de 64 años, ama de casa, asiste a consulta por cervicalgia con evolución de 2 meses, sin traumatismo previo. Antecedentes Preguntados y negados, menopausia a los 46 años y dolor cervical recurrente por el que hace más de 15 años le diagnosticaron "artrosis". Presenta dolor a la exploración mecánica sin irradiación que mejora con el reposo y no limita su actividad diaria. Refiere episodios similares desde hace años que ocasionalmente se acompañan de vértigo y siempre ha tenido dificultad para girar la cabeza, incluso en la infancia. Sin datos febriles o afectación del estado general, astenia ni pérdida de peso. La exploración neurológica es normal.

Caso 2:

Mujer de 21 años, estudiante, sin antecedentes conocidos de interés. Sufrió un accidente de tráfico por colisión. Declara no llevar cinturón de seguridad y se disponía a salir del vehículo por lo que cuello y tronco se encontraban en rotación lateral derecha; tras el impacto se golpeó en miembro superior izquierdo contra las partes rígidas del vehículo.

El día del accidente solicita asistencia sanitaria de urgencias en hospital por dolor cervical y dolor en hombro y codo izquierdos. A la exploración, se observa dolor a la palpación en la musculatura paravertebral bilateral, así como en región anterolateral del hombro, así como deficiencia en el movimiento de cuello y hombro.

Caso 3:

Mujer de 84 años, que sufre caída de base de sustentación en un ascensor, comenta que previamente a la caída tenía una vida independiente, desarrollaba marcha asistida con bastón para trayectos medios y largos. Acudió ese mismo día a urgencias refiriendo dolor cervical y dolor de hombro. Las radiografías cervicales AP y lateral no muestran degeneración discal consistente con la edad, pero sin hallazgos de importancia para lesión ósea aguda. La paciente fue remitida a su domicilio con analgesia y control por su médico de atención familiar.

Acude a los tres meses por tercera vez a urgencias con diagnóstico de cervicalgia intensa con limitación funcional. En la anamnesis refiere dolor 7/10 en la escala EVERA, la paciente la relaciona claramente con la caída que sufrió antes. El dolor se irradia a las zonas retroauricular, parietal y temporal derechas. Tiene dolor cuando habla y cuando come. En la exploración física se observa dolor a la palpación en la musculatura paravertebral cervical, limitación para la flexo-extensión y rotación.

Si usted fuera a evaluar la movilidad del cuello, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen?
- ¿Cuáles son los movimientos que se sugieren para examinar la movilidad de la cervical?
- ¿Cuáles son los músculos que participan en cada uno de los movimientos y cuándo deben activarse?
- ¿Cuáles son las variables espaciales que se determinan en cada movimiento de la prueba?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la movilidad del cuello?
- ¿Cómo identificaría los músculos donde se deben colocar los electrodos?

Instrumentos:

- Laptop con el sistema EMG-Analyzer.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- 4 canales de sondas electromiográficas.
- Bolsa de electrodos para sondas electromiográficas.
- Torundas o algodón.
- Alcohol grado medicinal.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar los electrodos con las sondas en el paciente.
7. Colocar el sensor inercial en el paciente.
8. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
9. Iniciar el proceso de captura.
10. Generar reporte.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte que ofrece el programa del sistema de medición y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de flexión relajación con el sensor inercial y electromiografía.

En la flexión del tronco, el centro de masa (CoM, en inglés Center of mass) se desplaza hacia el frente, incrementando el brazo de palanca del peso de la parte superior del cuerpo, con el consiguiente incremento del momento, que debe contrarrestarse por los erectores de columna, que, por el contrario, mantienen el brazo de palanca y deben incrementar la fuerza del músculo. En la flexión voluntaria máxima se aprecia una inactividad de los músculos erectores de la columna, que es menor que en posición erguida, conocido como fenómeno de Flexión-Relajación (FR) (Kim et al., 2017).

Con relación a este fenómeno motor, el dolor en la región lumbar es el trastorno más frecuente y la principal causa de discapacidad a nivel mundial, los años vividos con discapacidad causada por lumbalgia aumentaron un 54 % entre 1990 y 2015, principalmente debido al aumento de la población, así como el envejecimiento de ésta. La mayoría de las personas con nuevos episodios de dolor lumbar se recuperan rápidamente; sin embargo, la reincidencia es común y en una pequeña proporción de personas la lumbalgia se vuelve crónica e incapacitante (Clark & Horton, 2018).

Los pacientes con dolor lumbar pueden mostrar desviación de la pelvis debido a la asimetría de las longitudes de las extremidades inferiores, movimiento restringido en la articulación de la cadera, músculos glúteos y transversos del abdomen débiles, o contracturas en isquiotibiales, psoas ilíaco y/o cuadrado lumbar (Zawadka et al., 2018). En personas con lumbalgia desaparece el fenómeno de FR (Alschuler et al., 2009), lo que constituye un biomarcador de la presencia de lumbalgia Gouteron et al. (2021).

En el protocolo de flexión extensión, se solicita que el paciente que realice el movimiento de flexión de tronco hacia el frente hasta alcanzar la flexión voluntaria máxima. En esta posición se aprecia una inactividad de los músculos erectores de la columna, que es menor que en posición erguida, conocido como fenómeno de Flexión-Relajación (FR) (Kim et al., 2017).

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones del movimiento del tronco provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial y electromiografía.

Caso 1:

Paciente de 23 años, varón, bailarín profesional de ballet clásico y contemporáneo. Acude a fisioterapia con diagnóstico de una fractura del ángulo inferolateral derecho intrasustancia de L4 (cuarta vértebra lumbar) con edema óseo importante. Presenta como antecedentes lumbalgias de repetición asociadas al aumento considerable de las horas de entrenamiento diarias y comenzar a bailar, además de ballet clásico, danza contemporánea.

Presenta rectificación e inestabilidad cervical, dorso plano, lordosis diafragmática, rectificación lumbar. Inclínación izquierda a la flexión global de la columna para evitar el dolor por el choque de L4 con L5. Atrofia relativa de abdominales y musculatura de tren superior, incluido dorsal ancho. Hipertonía paravertebral lumbar (derecha ++), psoas ilíaco bilateral, musculatura pelvitrocantérea. Irritación de los ligamentos sacroilíacos e iliolumbares.

Caso 2:

Paciente masculino de 25 años. Trabaja como técnico de mantenimiento y acude a consulta presentando dolor a nivel lumbar que se acentúa al finalizar su jornada de trabajo. Tiene síntomas leves desde hace 6 meses, siendo estos mayores durante el último mes (tiempo que lleva trabajando). No ha recibido tratamiento médico ni fisioterapéutico.

Las principales tareas que el paciente realiza durante su jornada laboral son en bipedestación, se agacha en muchas ocasiones, sube y baja escaleras con frecuencia, realiza levantamientos de peso, transporte sobre carretilla elevadora, lo que supone a nivel biomecánico flexión y/o extensión de tronco, elevaciones de brazos, rotaciones de tronco y flexión de cadera y rodilla, entre otros. Afirma que en ocasiones al incorporarse después de realizar una flexión de tronco sufre pinchazos a nivel lumbar.

De la inspección física se observa un ligero aumento de lordosis fisiológica, escápulas aladas y pies en ligera rotación externa. Existe aumento del tono de la musculatura paravertebral, dolorosa a la palpación sobre todo en los segmentos L4-L5-S1, probablemente por una contracción muscular reactiva.

Caso 3:

Paciente masculino aparentemente sano de 38 años, que se presentó con dolor lumbar constante e incesante, con dolor punzante en la pierna izquierda desde el glúteo hasta el talón. También refirió la presencia de alfileres y agujas en el talón. Cualquier posición estática agravaba el dolor de espalda y piernas si se mantenía durante más de 15 minutos. Informó dificultad para dormir en las últimas 24 horas, pero no hubo diferencias significativas en el patrón de sus síntomas.

Presentó un episodio repentino de dolor en la región lumbar y en las piernas que comenzó hace 8 semanas. Informó una historia de 1-2 episodios de dolor lumbar localizado y dolor de pierna ocasional de bajo grado, pero nunca nada de esta magnitud.

Durante la exploración física fue incapaz de mantener una posición durante más de 1-2 minutos. Presenta movimientos restringidos y dolorosos en todos los planos, especialmente en flexión, que reproducen síntomas tanto en la espalda como en las piernas. Presenta sensibilidad local en las dos articulaciones distales de la columna lumbar (L4/L5), con espasmo muscular generalizado. La palpación de L4/L5 provocó síntomas en la pierna izquierda.

Si usted fuera a evaluar la flexión extensión de columna, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen?
- ¿Cuáles son los músculos que participan en la flexión y extensión de columna?
- ¿Cuál es el comportamiento esperado de la activación muscular en la flexión voluntaria máxima?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de flexión extensión de columna?
- En la prueba de marcha con el sensor inercial y electromiografía, ¿cuáles son las variables espacio temporales que se podrán analizar? ¿Qué gráficas se pueden obtener en cuanto a la evaluación de los músculos?
- ¿Qué maniobras sugiere para identificar los músculos de la espalda que participan en la flexión extensión de tronco?

Instrumentos:

- Laptop con el sistema EMG-Analyzer.
- Sensor inercial G-Sensor.
- Cinturón.
- 4 canales de sondas electromiográficas.
- Bolsa de electrodos para sondas electromiográficas.
- Torundas o algodón.
- Alcohol grado medicinal.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el final del recorrido y en lateral.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Colocar los electrodos con las sondas en el paciente.
7. Colocar el sensor inercial en el paciente.
8. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
9. Iniciar el proceso de captura.
10. Generar reporte.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte que ofrece el programa del sistema de medición y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de postura estática con electromiografía.

El control postural estático es un componente importante para mantener el equilibrio de las personas, además de que constituye la base para realizar movimientos y tareas motoras más complejas (Rajendran et al., 2012). Existe una relación entre equilibrio, balance y estabilidad. El equilibrio, conocido como la disposición relativa que adopta el cuerpo humano en cualquier momento, es resultado de una condición en la cual la sumatoria de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es cero y por consecuencia la aceleración es nula. El balance es la capacidad que tiene la persona de mantener el equilibrio. Por último, la estabilidad que es la capacidad de mantener el equilibrio estable.

La electromiografía de superficie permite identificar la estrategia muscular del paciente para mantener una posición. En las pruebas se solicita al paciente permanecer en un periodo de tiempo para medir la actividad muscular de ambos lados de la anatomía, tomando como referencia la línea media del plano frontal (eje longitudinal) (Duchene et al., 2021; Fleming et al., 2021; Park & Yoo, 2012). Una contracción o estiramiento inadecuado de los músculos del tronco puede provocar una alteración en la postura del paciente, dolor en la región de la espalda, así como posturas inadecuadas que pueden ocasionar la pérdida del control postural.

En este protocolo de postura estática, se solicita al paciente que mantenga el tronco sin movimiento durante un intervalo de tiempo (puede ser 30 segundos o 1 minuto). Se puede aplicar a cualquier posición bajo condiciones isométricas, como por ejemplo permanecer en bipedestación o sentado. Cabe resaltar que es posible medir la actividad muscular en cualquier región del cuerpo. En el caso del protocolo que se describirá en este documento, se emplearán cuatro sondas para analizar la musculatura de la espalda en la región dorsal y lumbar. Se pueden comparar varias pruebas realizadas en el mismo paciente en diferentes momentos (previa, durante y posterior al tratamiento) para establecer la efectividad de la rehabilitación.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar la actividad muscular durante el control postural estático mediante el empleo del sensor inercial y electromiografía.

Caso 1:

Se trata de paciente masculino de 45 años con diagnóstico de secuelas de Sx de Guillan Barre.

Paciente que es referido para una valoración biomecánica de la marcha debido a la alteración que presenta en la ejecución de la marcha.

Durante la exploración física se observa: paciente despierto, orientado y reactivo, obedece órdenes y ejecuta acciones, pupilas isocóricas normorreflexicas con adecuada coloración tegumentaria e hidratación de mucosas. Se observa una postura inestable asistida por bastón en bipedestación y marcha independiente claudicante, sin apoyo. Durante la valoración Muscular se encuentra debilidad generalizada con mayor énfasis en musculatura de la espalda 3+ en la escala de Lovett.

Ausencia de dolor, sin disminución sensitiva RoTs ++/++

Caso 2:

Síndrome de Debilidad progresiva

Paciente masculino de 64 años se presenta a la consulta posterior a infección en vías aéreas, refiere sentir falta de fuerza que se ha extendido hacia la parte posterior del tronco.

Antecedentes:

AHF: Padre finado con antecedentes de DM2, desconoce si llevaba un tratamiento estandarizado. Madre finada por causa desconocida. Tres hijos sin antecedentes de importancia.

APnP: Habita en casa propia con todos los servicios de urbanización, adecuada ventilación, actualmente vive junto a su conyugue y dos de sus hijos, labora en un taller mecánico automotriz 5 días a la semana, refiere una alimentación balanceada realizando 3 -4 comidas al día. Refiere 5-7 horas de sueño al día.

APP: Niega enfermedades crónico-degenerativas, refiere haber sufrido una fractura de antebrazo secundaria a un traumatismo de alta intensidad en su trabajo hace 2 años con recuperación adecuada. Niega alergias.

A la exploración presenta los siguientes datos de importancia: Hipertonía generalizada de la cadena anterior del tronco y cuello (cordón central), con antepulsión de la cabeza. Hipertonía de trapecios superiores. Hipertonía de musculatura suboccipital, hipertonía pectoral mayor y menor bilateral. Dificultad al realizar los arcos de movilidad de la columna cervical, dorsal y lumbar. Presenta asimetría en musculatura paravertebral, dorsal y transversa con datos de inflamación y dificultad para el movimiento de flexo-extensión de tronco, así como para la rotación.

Caso 3:

Paciente masculino de 38 años acude a consulta con dolor lumbar (en cinturón) desde hace un año, tanto en reposo como en movimiento, y sin ningún traumatismo anterior. Cuenta que tiene irradiación constante hacia ambos glúteos, sobre todo al estar sentado. Tiene pequeñas protrusiones laterales izquierdas a nivel L4-L5 y L5-S1 (contacta con la raíz de S1 izquierda) sin alteración neurológica. Lumbalgias de repetición. Escoliosis idiopática desde pequeño (sin hacer ningún tratamiento).

Durante la Exploración física se observa posición de rectificación de la cabeza, cifosis poco marcada y una rectificación de la zona lumbar, pelvis ligeramente en retroversión. Hombro derecho más alto que el izquierdo (debido a la escoliosis idiopática), y en antepulsión. Escápula derecha alada. Disminución de la movilidad analítica dorsolumbar en los movimientos del tronco. Sacro en flexión. Varo de rodillas y mínimo valgo en tobillos. Test de Adams positivo al lado derecho con protrusión mayor al contralateral. Pliegues lumbares asimétricos.

Si usted fuera a evaluar la marcha, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de postura estática?
- ¿Cuáles son los músculos que participan en el control postural?
- ¿Qué maniobras sugiere para identificar los músculos seleccionados?
- ¿Qué músculos seleccionaría para medir la actividad en la espalda y por qué?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la postura estática?

Instrumentos e insumos:

- Laptop con el sistema EMG-Analyzer.
- 4 canales de sondas electromiográficas.
- Bolsa de electrodos para sondas electromiográficas.
- Torundas o algodón.
- Alcohol grado medicinal.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Conectar el equipamiento a la computadora.
3. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
4. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
5. Colocar los electrodos con las sondas en el paciente.
6. Iniciar el proceso de captura.
7. Generar reporte.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología descrita en la introducción, así como las posibles causas. Incluya las gráficas del reporte que ofrece el programa del sistema de medición y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de postura estática con baropodometría.

Las asimetrías en las estructuras corporales afectan el control postural. Quizá la más evidente es la diferencia en la longitud de las extremidades inferiores. Sin embargo, la desalineación de las articulaciones como rodilla en hiperextensión, en genu valgus o varo, pie equino varo, pie plano, cavo, en pronación o supinación, entre otras, también contribuyen a estas asimetrías. Estas asimetrías también pueden afectar la alineación de la columna, provocando escoliosis. Otras causas de asimetrías posturales son los accidentes cerebrovasculares, parálisis cerebral, Parkinson, desordenes temporomandibulares (Gimenez et al., 2018). Estas asimetrías causan que el peso se distribuya de manera desigual entre las extremidades, provocando un incremento en el balanceo del CoM y del riesgo de pérdida de estabilidad (Lobo et al., 2021).

La prueba estática en la plataforma baropodométrica permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo de la estabilidad del paciente. El paciente debe permanecer en bipedestación ortostática durante un breve intervalo de tiempo que varía en dependencia de las condiciones del paciente y el objetivo del estudio. Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo del control postural y evaluar los resultados de la terapia seleccionada en las patologías que lo afectan, así como la efectividad de la indicación de órtesis y prótesis. Es posible comparar varias pruebas realizadas en el mismo paciente en diferentes momentos (previa y posterior al tratamiento) para establecer la efectividad de la rehabilitación.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la marcha provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial.

Caso 1:

Glioblastoma Cerebeloso.

Paciente Femenino de 30 años que es referido por el servicio de neurología al laboratorio de biomecánica con alteración del equilibrio postural, derivado de la presencia de un tumor de tipo glioblastoma en fase 2. Se trata de paciente, despierta, reactiva y consciente, con adecuada orientación. A la exploración física se observa inestabilidad estática, Romberg Positivo y patrón de marcha atáxica. Paciente que se encuentra actualmente en seguimiento por Neuro oncología con esquema MIC de Quimioterapia.

Caso 2:

Acufenos.

Paciente masculino de 48 años que refiere un “pitido” en el oído bilateral, tinnitus, que aparece tras sufrir un fuerte episodio de estrés. Después de pruebas médicas que descartan un problema oftalmológico, el médico le manda un tratamiento ansiolítico muy potente pero su pitido se mantiene en intensidad y frecuencia.

Antecedentes:

AHF: Padre finado con antecedentes de DM2, desconoce si llevaba un tratamiento estandarizado. Madre finada por causa desconocida. Tres hijos sin antecedentes de importancia.

APnP: Habita en casa propia con todos los servicios de urbanización, adecuada ventilación, actualmente vive junto a su conyugue y dos de sus hijos, labora en un taller mecánico automotriz 5 días a la semana, refiere una alimentación balanceada realizando 3 -4 comidas al día. Refiere 5-7 horas de sueño al día.

APP: Niega enfermedades crónico-degenerativas, refiere haber sufrido una fractura de antebrazo secundaria a un traumatismo de alta intensidad en su trabajo hace 2 años con recuperación adecuada. Niega alergias.

A la exploración presenta los siguientes datos de importancia: Hipertonía generalizada de la cadena anterior del tronco y cuello (cordón central), con antepulsión de la cabeza. Hipertonía de trapecios superiores. Hipertonía de musculatura suboccipital, hipertonía pectoral mayor y menor bilateral. Dificultad al realizar los arcos de movilidad de la columna cervical y lumbar. Presenta asimetrías en el movimiento de los huesos temporales en el cráneo. La coordinación entre ambos conductos auditivos es mala. Imbricación de cóndilos occipitales con primera vértebra cervical. Ritmo cráneo-sacro errático y con escasa amplitud.

Se trata de paciente masculino de 9 años con Dx de PCI, el cual es enviado por el servicio de Neurología para evaluar el balance post risotomía bilateral y tratamiento fisioterapéutico (10 sesiones).

Caso 3:

Traumatismo Craneoencefálico

Paciente Masculino de 12 años con diagnóstico de TCE G2 Post reparación quirúrgica, se solicita valoración del balance postural en bipedestación tras observarse en valoración clínica que presenta dificultad para mantenerse sin movimiento al estar de pie.

Paciente que no cuenta con antecedentes de importancia para el padecimiento, vive con sus padres, casa propia de dos pisos, cuenta con todos los servicios. Actualmente asiste a sexto año de primaria con un rendimiento adecuado.

Padecimiento que inicia tras haber caído del primer piso de su casa, perdiendo la conciencia. Refiere la madre haber llamado a servicios de emergencia con un tiempo estimado de 15 min en su atención. Al llegar a nosocomio, se toma imagen con lo que se observa pérdida de la continuidad en hueso occipital requiriendo atención quirúrgica inmediata.

El paciente refiere tropezar continuamente desde su padecimiento y que ha notado que cuando se queda inmóvil de pie, no logra controlar su cuerpo lo cual le provoca estar balanceándose de un lado a otro y en ocasiones le es necesario separar las piernas para mantener el control.

Si usted fuera a evaluar la postura estática, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de marcha?
- ¿Cuáles son las fases que se divide la marcha para su estudio?
- ¿Cuál es el porcentaje de duración de las fases de la marcha?
- ¿Cuál es el comportamiento esperado de la aceleración del baricentro en cada fase de marcha para un participante sano y para el paciente del caso asignado?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la marcha?
- En la prueba de marcha con el sensor inercial, ¿cuáles son las variables espacio temporales que se podrán analizar?

Instrumentos.

- Laptop con el sistema G-Studio.
- Plataforma sensorizada P-Walk.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el plano frontal y sagital.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
7. Iniciar el proceso de captura en el programa.
8. Informe de resultados.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología enunciada en la introducción, así como las posibles causas. Incluya los gráficos del reporte de la prueba y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Prueba de valoración biomecánica de pisada con baropodometría.

Las alteraciones en el sistema activo o pasivo de las estructuras del pie afectan el contacto plantígrado normal. Los músculos flexores plantares hipertónicos conducen a un contacto inicial anormal con el borde lateral del antepié y producen una distribución de peso incongruente. El arco plantar alto o bajo puede ocasionar molestias y alteraciones en las extremidades y se pueden observar a partir de la trayectoria del centro de presión (CoP) que sigue un recorrido hacia el borde interno del pie y de la distribución de las áreas de presión en la pisada dinámica cambian la distribución. También la detección de zonas de presión por encima de 200 kPa puede ser un factor de riesgo para la formación de úlceras en el pie de diabéticos (López-Moral et al., 2021).

La prueba dinámica en la plataforma baropodométrica permite realizar un análisis rápido, preciso y sencillo de los parámetros de la dinámica de la pisada. El paciente debe realizar varios pasos sobre el tapete procurando dar un solo paso a la vez con cada pie. Los datos resultantes del ensayo garantizan un análisis objetivo de la trayectoria del CoP y evaluar los resultados de la terapia seleccionada en las patologías que lo afectan, así como la efectividad de la indicación de órtesis y prótesis. Es posible comparar varias pruebas realizadas en el mismo paciente en diferentes momentos (previa y posterior al tratamiento) para establecer la efectividad de la rehabilitación.

Objetivo de la práctica:

Al concluir la actividad, los estudiantes podrán:

Identificar las alteraciones de la marcha provocadas por daños al sistema musculoesquelético mediante el empleo del sensor inercial.

Caso 1:

Mujer de 25 años, profesional sanitaria, que presenta fractura por estrés de III y IV metatarsos del pie derecho en fase de resolución, que se acompaña de edema óseo que se extiende hasta la diáfisis y en las partes blandas adyacentes. Pequeño foco de edema en la base del 4º metatarsiano. Tiene dolor progresivo en zona dorsal del antepié derecho, con sensación de bloqueo al despegue durante el ciclo de la marcha y en carga, mejorando en descarga. Continuó con sus actividades de la vida diaria y ocupaciones laborales, sin realizar descarga real de miembro afecto, completando un primer tratamiento de fisioterapia diario con 25 sesiones de magnetoterapia, ultrasonido local y terapia manual, sin mejoría completa.

Caso 2:

Paciente Femenino de 14 años con diagnóstico de trisomía 21, su padre refiere que se tropieza a menudo cuando camina por lo que sufre de caídas recurrentes. La paciente ha utilizado durante años plantillas ortopédicas para pie plano sin ningún tipo de seguimiento. Durante la exploración se observa hiperlaxitud generalizada con genu-valgo acentuado. En la valoración en bipedestación con apoyo de plantoscopia se observa colapso del arco longitudinal y valgo severo de retropié además presencia de Hallux Valgus.

Se refiere paciente para valoración de fase de apoyo durante la marcha.

Caso 3:

Paciente Masculino de 35 años, el cual se presenta a valoración de la marcha post traumatismo por arma de fuego que afecta nervio tibial. Paciente cooperador, reactivo y orientado, sigue instrucciones. Presencia de marcha independiente, claudicante con patrón de pie izquierdo pendular. Paciente de seguimiento con evolución de dos años tras lesión. Se observa mayor dificultad para la realización de la marcha con patrón de arrastre de pie, inversión y pronación.

Refiere paciente que utiliza órtesis tipo AFO para alineación de segmento, sin embargo, se ha vuelto muy molesta y ha causado puntos de presión en zona anterior del pie por lo cual prefiere marchar sin el uso del apoyo.

Si usted fuera a evaluar la marcha, indique:

- ¿Qué condiciones debe cumplir el lugar o laboratorio para realizar un examen de marcha?
- ¿Cuáles son las fases que se divide la marcha para su estudio?
- ¿Cuál es el porcentaje de duración de las fases de la marcha?
- ¿Cuál es el comportamiento esperado de la aceleración del baricentro en cada fase de marcha para un participante sano y para el paciente del caso asignado?
- ¿Cómo y con qué equipamiento se podría realizar una prueba objetiva de valoración de la marcha?
- En la prueba de marcha con el sensor inercial, ¿cuáles son las variables espacio temporales que se podrán analizar?

Instrumentos.

- Laptop con el sistema G-Studio.
- Plataforma sensorizada P-Walk.
- Dos cámaras de video y trípodes.

Técnica operatoria.

1. Preparación del área de trabajo.
2. Instalación de las cámaras de video en el plano frontal y sagital.
3. Conectar el equipamiento a la computadora.
4. Ofrecer indicaciones al paciente sobre la prueba a realizar.
5. Introducir los datos del paciente y seleccionar el protocolo de prueba.
6. Iniciar proceso de grabación de video con las cámaras.
7. Iniciar el proceso de captura en el programa.
8. Informe de resultados.

Informe de la clase práctica de laboratorio.

Elabore un informe en el que incluirá la descripción de la patología enunciada en la introducción, así como las posibles causas. Incluya los gráficos del reporte de la prueba y realice un comentario sobre lo que está observando. A manera de conclusión, recomiende un dispositivo para apoyar la marcha de este paciente.

Estructura del reporte:

En la primera página deberá incluir los datos de la institución, la materia y semestre que cursa, su nombre y el de los profesores. Además, deberá estructurar el trabajo con una Introducción, el Desarrollo, las Conclusiones y Referencias.

Prepare una presentación para la discusión de la práctica en el salón de clases.

Referencias.

- Agarwala, P., & Salzman, S. H. (2020). Six-Minute Walk Test: Clinical Role, Technique, Coding, and Reimbursement. *Chest*, 157(3), 603-611. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.10.014>
- Alschuler, K. N., Neblett, R., Wiggert, E., Haig, A. J., & Geisser, M. E. (2009). Flexion-relaxation and Clinical Features Associated With Chronic Low Back Pain: A Comparison of Different Methods of Quantifying Flexion-relaxation. *The Clinical Journal of Pain*, 25(9), 760-766. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3181b56db6>
- Aqueveque, P., Germany, E., Osorio, R., & Pastene, F. (2020). Gait Segmentation Method Using a Plantar Pressure Measurement System with Custom-Made Capacitive Sensors. *Sensors*, 20(3), 656. <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/3/656>
- Clark, S., & Horton, R. (2018). Low back pain: a major global challenge. *The Lancet*, 391(10137), 2302-2302. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30725-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30725-6)
- Di Gregorio, R., & Vocenas, L. (2021). Identification of Gait-Cycle Phases for Prosthesis Control. *Biomimetics (Basel)*, 6(2), 22. <https://doi.org/10.3390/biomimetics6020022>
- Duchene, Y., Mornieux, G., Petel, A., Perrin, P. P., & Gauchard, G. C. (2021). The trunk's contribution to postural control under challenging balance conditions. *Gait & Posture*, 84, 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.11.020>
- Fleming, A., Huang, S., Buxton, E., Hodges, F., & Huang, H. H. (2021). Direct continuous electromyographic control of a powered prosthetic ankle for improved postural control after guided physical training: A case study. *Wearable Technologies*, 2, e3, Article e3. <https://doi.org/10.1017/wtc.2021.2>
- Gill, T. K., Shanahan, E. M., Tucker, G. R., Buchbinder, R., & Hill, C. L. (2020). Shoulder range of movement in the general population: age and gender stratified normative data using a community-based cohort. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 676. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03665-9>
- Gimenez, F. V., Stadnik, A. M. W., & Maldaner, M. (2018, 18-21 July 2018). Analyses of Baropodometry Protocols Through Bibliometric Research. 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC),
- Gouteron, A., Tabard-Fougère, A., Bourredjem, A., Casillas, J.-M., Armand, S., & Genevay, S. (2021). The flexion relaxation phenomenon in nonspecific chronic low back pain: prevalence, reproducibility and flexion–extension ratios. A systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal*. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06992-0>
- Han, Y. C., Wong, K. I., & Murray, I. (2019). Gait Phase Detection for Normal and Abnormal Gaits Using IMU. *IEEE Sensors Journal*, 19(9), 3439-3448. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2894143>
- Hoy, D. G., Protani, M., De, R., & Buchbinder, R. (2010). The epidemiology of neck pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(6), 783-792. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2011.01.019>
- Hunter, S. W., Batchelor, F., Hill, K. D., Hill, A. M., Mackintosh, S., & Payne, M. (2017). Risk Factors for Falls in People With a Lower Limb Amputation: A Systematic Review. In *PM and R* (Vol. 9, pp. 170-180.e171): Elsevier Inc.
- Kim, C.-h., Gwak, G.-t., & Kwon, O.-y. (2017). Comparison of the flexion-relaxation ratio of the hamstring muscle and lumbopelvic kinematics during forward bending in subjects with different hamstring muscle flexibility. *Physical Therapy Korea*, 24(4), 1-10. <https://doi.org/10.12674/ptk.2017.24.4.001>
- Lobo, A. A., Joshua, A. M., Nayak, A., Mithra P, P., Misri, Z., & Pai, S. (2021). Effect of Compelled Body Weight Shift (CBWS) Therapy in Comparison to Proprioceptive Training on Functional Balance,

- Gait, and Muscle Strength Among Acute Stroke Subjects. *Annals of Neurosciences*, 28(3-4), 162-169. <https://doi.org/10.1177/09727531211063132>
- López-Moral, M., Molines-Barroso, R. J., García-Morales, E., García-Álvarez, Y., Álvaro-Afonso, F. J., & Lázaro-Martínez, J. L. (2021). Predictive values of foot plantar pressure assessment in patients with midfoot deformity secondary to Charcot neuroarthropathy. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 175, 108795. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.108795>
- Mänttari, A., Suni, J., Sievänen, H., Husu, P., Vähä-Ypyä, H., Valkeinen, H., Tokola, K., & Vasankari, T. (2018). Six-minute walk test: a tool for predicting maximal aerobic power (VO2 max) in healthy adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(6), 1038-1045. <https://doi.org/10.1111/cpf.12525>
- Mohammed, S., Samé, A., Oukhellou, L., Kong, K., Huo, W., & Amirat, Y. (2016). Recognition of gait cycle phases using wearable sensors. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2014.10.012>
- Park, S.-y., & Yoo, W.-g. (2012). Effect of EMG-based Feedback on Posture Correction during Computer Operation [10.1539/joh.12-0052-OA]. *Journal of Occupational Health*, 54(4), 271-277. <https://doi.org/10.1539/joh.12-0052-OA>
- Rajendran, V., Roy, F. G., & Jeevanantham, D. (2012). Postural control, motor skills, and health-related quality of life in children with hearing impairment: a systematic review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 269(4), 1063-1071. <https://doi.org/10.1007/s00405-011-1815-4>
- Ridao-Fernández, C., Pinero-Pinto, E., & Chamorro-Moriana, G. (2019). Observational Gait Assessment Scales in Patients with Walking Disorders: Systematic Review. *BioMed Research International*, 2019, 2085039. <https://doi.org/10.1155/2019/2085039>
- Sawers, A., & Hafner, B. J. (2020). Using Clinical Balance Tests to Assess Fall Risk among Established Unilateral Lower Limb Prosthesis Users: Cutoff Scores and Associated Validity Indices. *PM&R*, 12(1), 16-25. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12160>
- Scollo, S. D., Emanuel, F., Crimi, D., Rodríguez-Quiroga, S. A., Christie, C., Díaz-Arangunde, V., Arakaki, T., & Garretto, N. S. (2016). Progresión clínica de la enfermedad de Parkinson: análisis retrospectivo en un consultorio especializado en trastornos del movimiento [10.1016/j.neuarg.2016.05.002]. *Neurología Argentina*, 8(4), 258-262. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2016.05.002>
- Soo Hoo, J. (2019). Shoulder Pain and the Weight-bearing Shoulder in the Wheelchair Athlete. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(2), 42-47. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000241>
- Steinberg, N., Gottlieb, A., Siev-Ner, I., & Plotnik, M. (2019). Fall incidence and associated risk factors among people with a lower limb amputation during various stages of recovery—a systematic review. In *Disability and Rehabilitation* (Vol. 41, pp. 1778-1787): Taylor and Francis Ltd.
- Vásquez-Ucho, P. A., Villalba-Meneses, G. F., Pila-Varela, K. O., Villalba-Meneses, C. P., Iglesias, I., & Almeida-Galárraga, D. A. (2021). Analysis and evaluation of the systems used for the assessment of the cervical spine function: a systematic review. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 45(5), 380-393. <https://doi.org/10.1080/03091902.2021.1907467>
- Zawadka, M., Skubiewska-Paszkowska, M., Gawda, P., Lukasik, E., Smolka, J., & Jablonski, M. (2018). What factors can affect lumbopelvic flexion-extension motion in the sagittal plane?: A literature review. *Human Movement Science*, 58, 205-218. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.02.008>